

# HAVBUNDENS RÅSTOFFER skal også kortlægges

af Erik Heller

I Varv 1977 nr. 2 blev der i artiklen "Danmarks råstoffer skal nu kortlægges" gjort rede for, hvorledes en kortlægning af de naturgivne råstoffer på landjorden kunne udføres. Denne kortlægning omfatter imidlertid kun en del af Danmarks råstofressourcer. Herudover er en kortlægning af havbundens råstoffer nødvendig for at skabe det totale billede af omfanget og beliggenheden af vore råstoffer. Herved bliver det muligt at foretage en samfundsmæssig styring af råstofudvindingen og formindske risikoen for, at vigtige råstoffer slipper op eller bliver gjort uudnyttelige på grund af samfundsudviklingen.

En sådan styring er blevet politisk mulig ved vedtagelsen af den nye råstoflov af 1977, som indeholder bestemmelser vedrørende råstofkortlægning, råstofplanlægning og materialeanvendelse.

## DEN NYE RÅSTOFLOV

Råstofloven af 1977 giver, sammen med blandt andet regionsplanloven af 1972, vandforsyningsloven og miljøloven, mulighed for at styre udnyttelsen af geologiske råstoffer. Samtidig kan man i langt højere grad end før inddrage forsyningssynspunktet i afvejningen af de samfundsmæssige hensyn og at regulere udnyttelsen af de resterende ressourcer på den mest hensigtsmæssige og økonomiske måde for samfundet.

Den nye lov adskiller sig således på flere væsentlige punkter fra loven af 1972, der kun indeholdt en vag bestemmelse om råstofundersøgelser, men ingen egentlige planlægningsbestemmelser. Den tidligere lov viste dog, især i formålsbestemmelserne, at samlede planlægningsmæssige overvejelser skulle lægges til grund for dens administration.

Råstofloven af 1977, der blev vedtaget den 8. juni 1977, træder i kraft 1. juli 1978. Undtaget herfra er dog § 4, der allerede trådte i kraft 1. juli 1977. Af § 4 fremgår, at amtsrådene/hovedstadsrådet skal forestå en kortlægning af råstofforekomsterne i jorden, og at miljøministeren skal forestå en kortlægning af råstofforekomsterne på havbunden og i dennes undergrund efter deres art, mængde og beliggenhed.

## PRODUKTION OG RESSOURCER

I 1976 blev der fra landområdet produceret cirka 23 mill. kubikmeter sten, grus og sand. Mindre kendt er, at der i samme tidsramme blev hentet cirka  $4\frac{1}{2}$  mill. kubikmeter op fra havbunden. Denne ret betydelige produktion af råstoffer fra havbunden, de såkaldte sø-materialer, indgår i

mange af de anlæg, bygninger og produkter vi i det daglige anvender. Ved fremstilling af emballageglas - ølflasker, medicinflasker og -glas med mere - medgår der sand, som er hentet fra bunden af Øresund. En stor del af betonelementerne i bolig- og erhvervsbyggeri er fabrikeret af blandt andet sten og grus fra havbunden og en række opfyldningsarbejder og havnemolebyggerier udføres med materialer fra havområdet.

Eksempelvis kan nævnes, at der i forbindelse med Køge Bugt Strandparkprojektet, der er under udførelse, skal tilføres 1,6 - 2,5 mill. kubikmeter sand, der optages i den nordlige del af Køge Bugt. Ved bygningen af Storebæltsbroen må der regnes med et forbrug på cirka 9 mill. kubikmeter fyldsand og cirka 1 mill. kubikmeter betonstøbematerialer, og til anlæg af det fremskudte dige i Vadehavet ud for Tønder-marsken regner man med, at der vil medgå cirka 4,5 mill. kubikmeter sand, samt cirka 4 - 5 mill. kubikmeter til forstærkning af Ribe-diget. Ved realisering af planerne om storlufthavnen på Saltholm, vil der alene ved første etape af inddæmningsarbejdet medgå cirka 10 mill. kubikmeter sand, og ved den senere udbygning yderligere cirka 5 mill. kubikmeter.

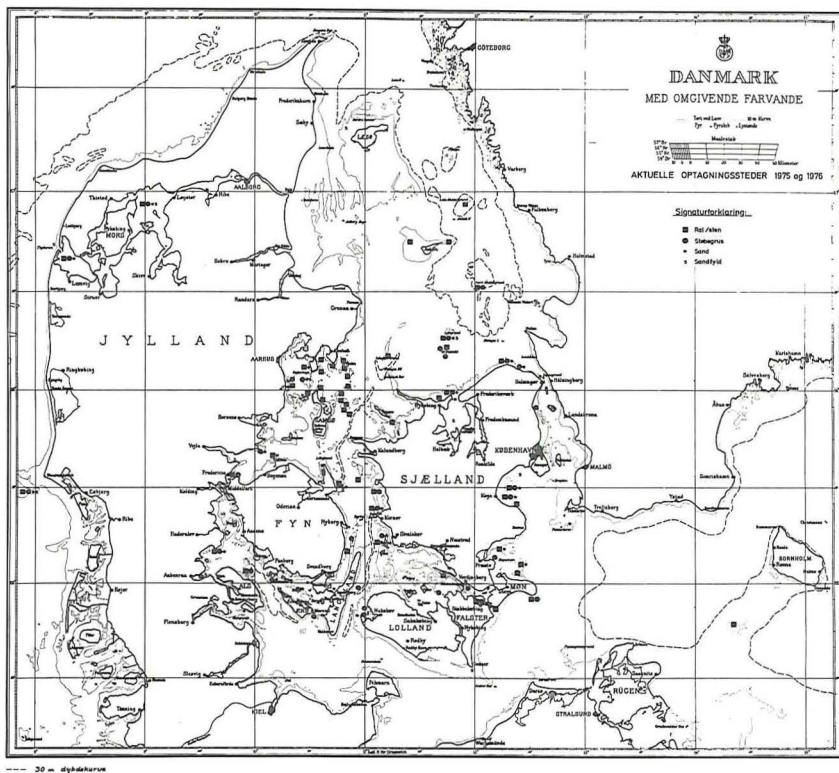
I de kommende år må man derfor forvente en stigende efterspørgsel efter betonstøbematerialer og fyldsand fra havbunden, og efterspørgslen vil endvidere være påvirket af, om man samtidig kan finde landmaterialer af tilfredsstillende kvalitet. Det er i høj grad nødvendigt, at en stor del af det fremtidige behov for råstoffer dækkes af sømaterialer, og at der er økonomisk incitament og produktionskapacitet til at hente de pågældende materialer op. På længere sigt vil fordelingen mellem sø- og landmaterialer blive omfattet af den forsyningsplanlægning, der er gjort mulig med vedtagelsen af den nye råstoflov.

Der er stor usikkerhed om omfanget og beliggenheden af råstofressourcerne på havbunden. Gennem mange år har man i visse kredse udtalt frygt for, at der kun var grus- og stenforekomster til et mindre antal år endnu, mens andre har ment, at mulighederne for fortsat at finde nye forekomster er gode.

Størstedelen af den viden man har i dag, stammer fra ral- og sand-sugervirksomhederne, som gennem årtier har søgt og fundet udnyttelige forekomster af råstoffer på havbunden.

## OPTAGNINGSSTEDER

På figur 1 er angivet nogle af de optagningssteder ral- og sandsugervirkerhvervet har benyttet i 1975 og 76. Kortet er fremstillet i samarbejde med erhvervet og på grundlag af oplysninger, der tilgår Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) gennem virksomhedernes indberetningsskemaer vedrørende materialeart og produktionsmængde. På indeværende tidspunkt er det ikke muligt, ud fra registreringen af optagningssteder, at angive hvor stor en del af optagningen, der falder på de enkelte aflejringstyper.

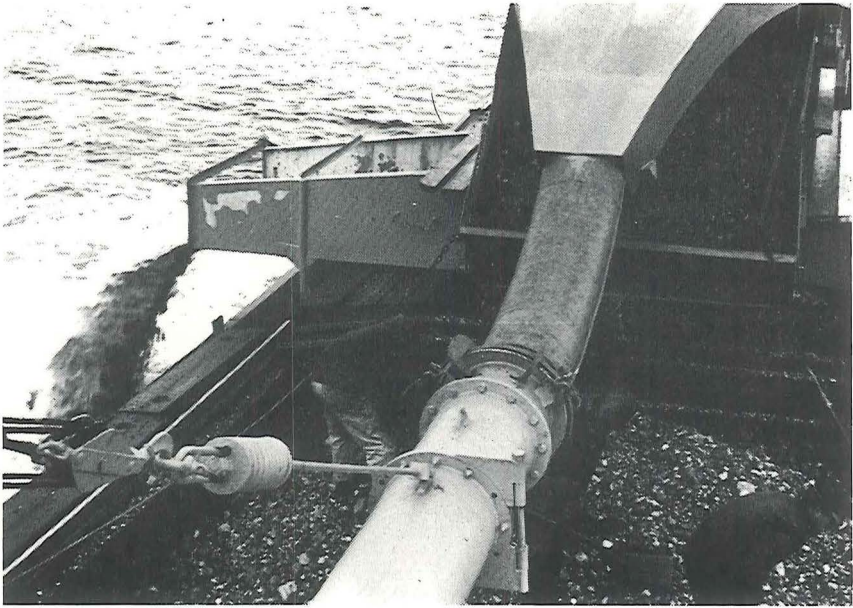


Figur 1. Aktuelle optagningssteder i 1975 og 1976 med angivelse af de forskellige typer af sømaterialer.

Det er sandsynligst, at udnyttelsen tidligere især har omfattet strandvoldssystemerne, da disse findes direkte på havbundens overflade, og derfor har været lettest tilgængelige. Men optagningsstedernes geografiske placering, sammenholdt med den geologiske vurdering, tyder i høj grad på, at udnyttelsen nu også sker fra smeltevandsaflejringer, der findes i tilknytning til israndslinier. Desuden udnyttes fortsat de yngre dæklag, der afsættes af strøm og bølger.

De enkelte sugepladser er ofte af meget begrænset geografisk udstrækning - i almindelighed kun nogle få hundrede meter på hver led. Den præcise beliggenhed og den nærmere sammensætning af materialerne betragtes af den enkelte virksomhed som en forretningshemmelighed og som et moment i konkurrencen. Hvor store ressourcer der ligger på de enkelte





Sorteringsanlæg på ralsugerfartøj. Sten og grus sorteres fra og går direkte i lasten. Det finkornede materiale skylles over bord.

sugepladser, har firmaerne næppe overblik over. Man fortsætter med at udnytte en forekomst, indtil det ikke længere er rentabelt at udnytte den. En sugeplads, hvor der for eksempel tidligere har været indvundet grovere materialer, kan eventuelt senere udnyttes til indvinding af mere finkornede materialer. Oftest sker en sortering på optagningsstedet, idet det er yderst sjældent, at der er brug for materialerne i netop det kornstørrelsesforhold, hvori de ligger på havbunden. Frasorteringen foretages dels på grund af lagerproblemer, idet der er snævre grænser for, hvormeget man kan have liggende på landingspladserne, og dels ud fra afsætningsproblemer. Der er således bedst afsætning for de grovkornede materialer, idet de mere finkornede fortrinsvis leveres fra grave på land og til en billigere pris.

Ved at frasortere finkornet materiale til søs istedet for på landingsstedet, undgås opfyldning af havne med finsand og lerpartikler, og samtidig bevares muligheden for, at fartøjet kan vende tilbage til lokaliteten for at optage de tidligere frasorterede materialer.

## HAVBUNDENS GEOLOGI

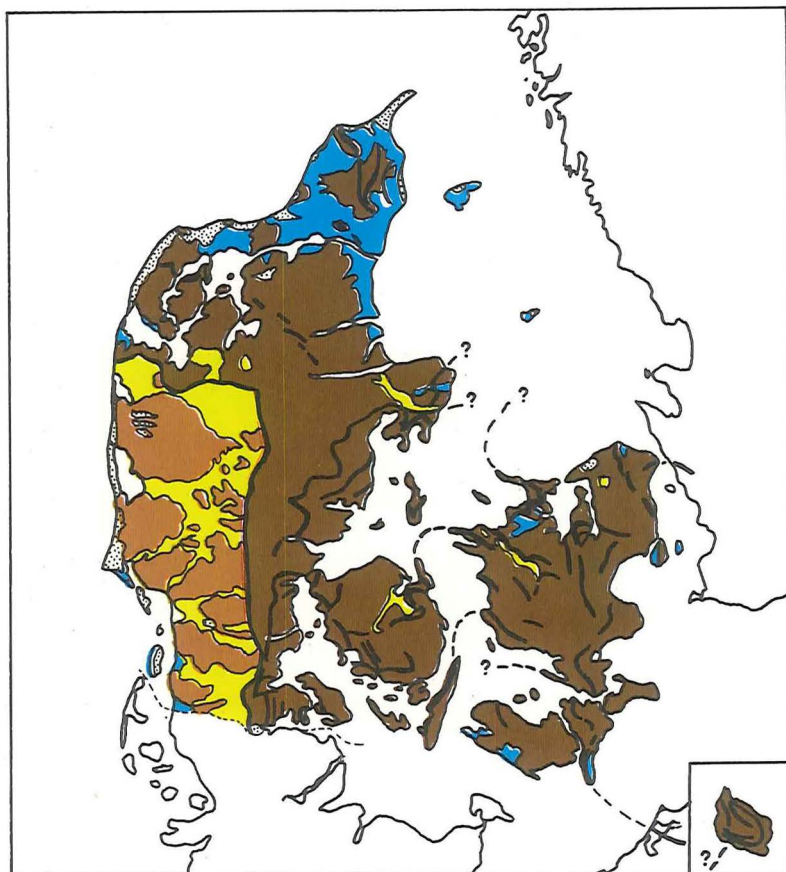
Ud fra den nuværende viden om havbundens opbygning kan råstofmulighederne i de danske farvandsområder vurderes således, at de bedste forekomster findes som strandvolde, israndslinier - det vil sige rækker af markante bakker, som er dannet af den levende is, med indlejrede og pålejrede smeltevandsdannelser, samt som smeltevandsdannelser (hedesletter) i tilknytning til israndslinierne. Hertil kommer endvidere de yngre aflejringer af sand og grus, der af havstrømme tilføres og aflejres som et dække henover de ældre aflejringer. Egentlige geologiske undersøgelser over havbundens opbygning har først fundet sted i de senere år, og den hjælp man kan få, blandt andet fra ral- og sandsugervirksomhederne og fra stenfiskerne, er ikke tilstrækkelig til at få et overblik over ressourcerne. Skal man have mulighed for at udpege nye forekomster, må man tage geologien til hjælp og indsamle oplysninger ved specielle undersøgelser, og derefter søge at skabe geologiske modeller for de forskellige danske farvandsområder. Ud fra kendskabet til den geologiske udformning af landoverfladen i Danmark og dets nabolande er der en mulighed for at give en vurdering af forholdene på søterritoriet og sokkelområdet. En sådan vurdering må støttes med den viden, som andre faggrene har indsamlet, dels den egentlige kortlægning udført af Farvandsdirektoratet (Søkortarkivet), dels biologiske undersøgelser af havbundens dyreliv, hvori en gennemgang af bundforholdene indgår. Der kan også hentes geologiske oplysninger fra fiskerikort, som for Nordsøens vedkommende viser udbredelsen af forskellige typer af bundaflejringer. Endvidere foreligger geologiske oplysninger om bundforholdene i områder, hvor der er udført forundersøgelser, for eksempel i forbindelse med bro-projekter, i kystnære områder, for eksempel i forbindelse med havneudvidelser, samt i de dele af Nordsøen, hvor der er foretaget boreriger i forbindelse med olieeftersøgning, eller forundersøgelser i forbindelse med bygning af rørsystemer til naturgas.







Endelig kan det nævnes, at vore nabolande har udført og stadig udfører en del geologiske havbundsundersøgelser, som strækker sig ind i danske farvande. I de senere år har disse undersøgelser fået et mere råstofgeologisk sigte. Man må dog erkende, at de undersøgte områder er af ringe udstrækning i forhold til det samlede danske havområde, og at det kun er få oplysninger, der er til rådighed til vurdering af de geologiske forhold.

## HAVBUNDSKORTLÆGNINGEN

Miljøministeren skal, ifølge § 4 i råstofloven af 1977, forestå en kortlægning af forekomsterne på havbunden og i dennes undergrund efter deres art, mængde og beliggenhed. Ifølge bemærkningerne til lovforslaget vil denne kortlægning blive gennemført med udgangspunkt i de overvej-

# DET KVARTÆRE LANDSKAB



-  Bakkeøer
-  Landskaber fra sidste istid
-  Hedesletter og flodsletter
-  Israndslinier på land og på havbunden
-  Havbund fra Senglaciertid og Stenalder
-  Klitter og andre flyvesandslandskaber

FORENKLET OG MODIFICERET EFTER S. HANSEN & K. MILTHERS 1954  
DGU 1977



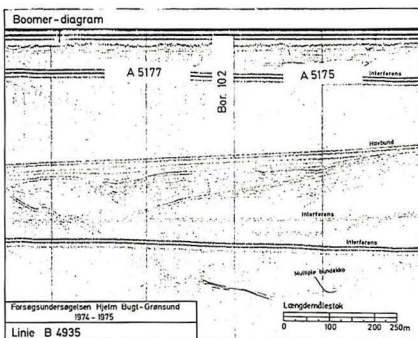
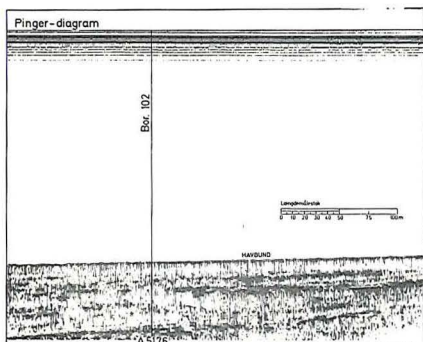
ser, der er fremlagt i rapporten om en forsøgsundersøgelse i Grønsund og Hjelms Bugt, "Kortlægning af sømaterialer i Hjelms Bugt og Grønsund" (fredningsstyrelsen 1977) og "Havbundens råstoffer - et oplæg til en kortlægning" (fredningsstyrelsen 1977). Forsøgsundersøgelsen blev udført af fredningsstyrelsen i samarbejde med Danmarks Geotekniske Institut (DGI), Dansk Hydraulisk Institut (DHI), Kystinspektoret (KI) og Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU). I rapporten foreslår de nævnte institutioner, at der i første omgang udføres forskellige lokale delundersøgelser, som løbende afpasses efter den eksisterende viden og det til rådighed værende materiel, hvorefter en eventuel generel havbundsundersøgelse kan gennemføres efter ensartede retningslinier.

Erfaringerne fra landområdet peger på, at man ved en havbundsundersøgelse i første omgang skal forsøge at følge israndsbakker, smeltevandsletter med videre fra land og ud i havet. På figur 2, der viser hovedtrækkene i Danmarks overfladedannelser, er de vigtigste israndslinier indtegnet. Med stiplede linier er i havet angivet rækker af grunde, der tolkes som israndslinier. Som næste trin i undersøgelsen skal man forsøge, i de mellemliggende områder, at registrere tilsvarende aflejringsformer, idet disse kan forekomme isoleret, uden synlig forbindelse til og fortsættelse på landområdet.

Ved alle undersøgelser forsøger man at opbygge en geologisk model af området. Dette gøres enten ved optagning af prøver (for eksempel boreprøver, grabprøver og prøver fra prøvepumpning), eller med seismiske og elektrotekniske registreringer, eller en kombination af disse metoder, hvilket giver de bedste muligheder for den geologiske tolkning.

Det er vigtigt at have så nøjagtige positionsangivelser som muligt. Hertil anvendes enten det etablerede system (Decca) eller der opbygges et lokalt system, hvor positionsbestemmelserne oftest kan gøres med en nøjagtighed på under 10 meter. Positionssystemets sendere udsender signaler, der opbygger et netværk af radiobølger. Når undersøgelsen foregår, sejles i almindelighed efter det netværk, som radiobølgerne opbygger. Dette gælder især, hvis der anvendes skibe uden fuldautomatisk styring. Hertil kommer, at tolkningen af optegnede seismiske diagrammer vil være mindre tidsrørende, hvis disse optegnes langs rette linier, der samtidig er mere eller mindre paralleltiggende.

Ved optagning af prøver benyttes flere forskellige metoder. Grabben er den hurtigste form for prøveoptagning, men herved optages kun materialer fra den øverste del af havbunden. Prøvepumpning, der udføres med rølpumperfartøj, giver store prøver til vurdering af aflejrings sammensætning, men ingen oplysninger om aflejringerne egentlige lagforhold. Prøver til større eller mindre dybde under havbunden optages med boremateriel af forskellig type. 'Gravity-boret', der ved sin vægt og frie fald gennem vandmasserne trænger ned i havbunden, kan i almindelighed kun op-



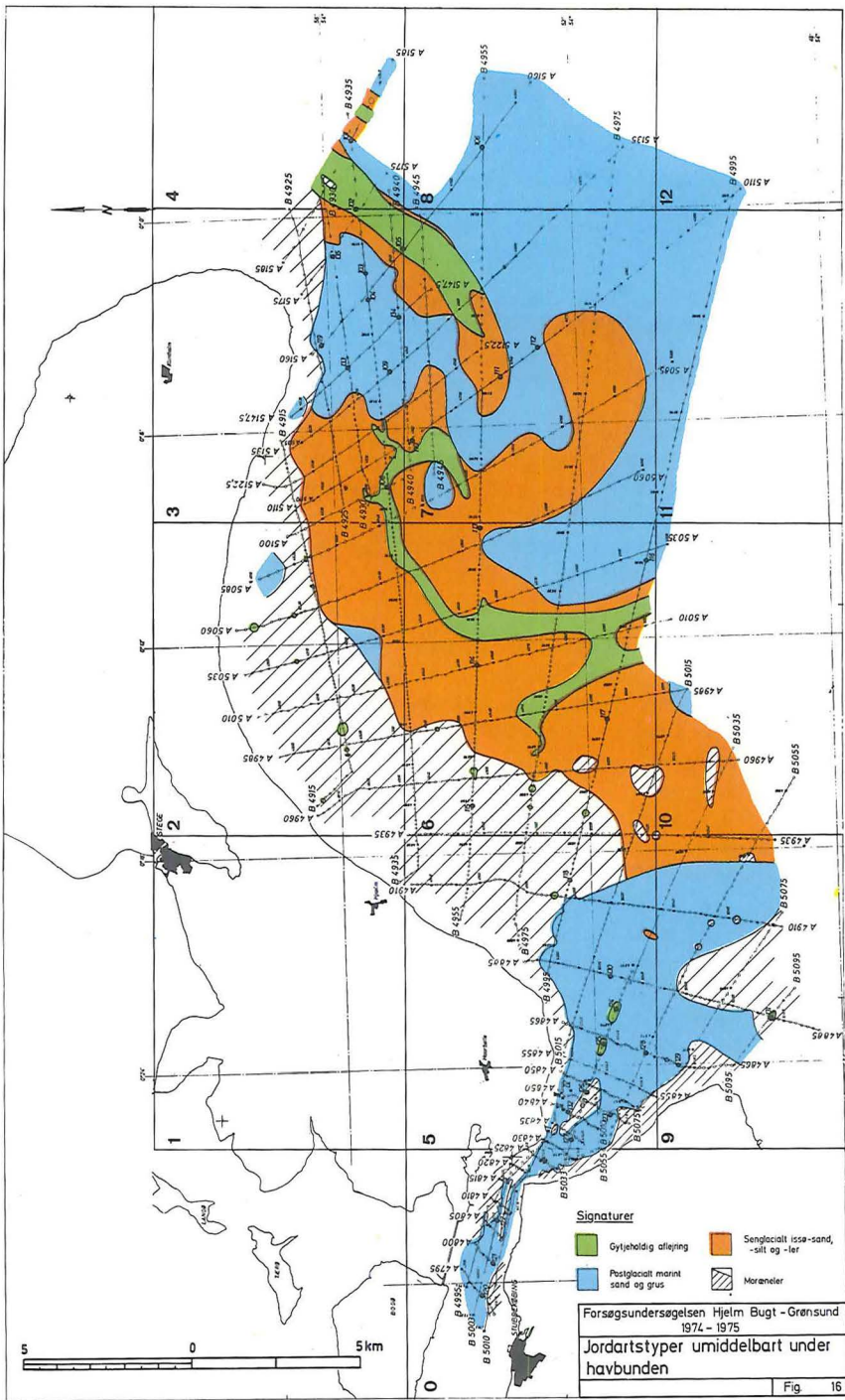
Refleksionsseismiske diagrammer af samme sted på havbunden, men optaget med to forskellige seismiske systemer og afbildet i forskellig målestok. 'Boomer'-diagrammet viser tydeligt lagstrukturene under havbunden, ved boring 102 til en dybde af 9 m under bunden. 'Pinger'-diagrammet viser kun den øverste del af lagstrukturene, men til gengæld med tydelig markering af de enkelte lag.

tage prøver på op til 4 meters længde. Til optagning af længere borekerner kan for eksempel 'vibracore'-boret benyttes. Ved denne type boreværktøj vibreres borerøret ned i havbunden ved hjælp af en trykluftsvibrator. Ved benyttelse af forskellig metodik, har det for eksempel ved danske undersøgelser været muligt at føre borerøret ned til cirka 12 meter under havbunden.

Princippet i seismiske registreringer er, at lydølger, som med korte tidsmellemlum udsendes fra en lyd giver, reflekteres fra havbunden, eller trænger ned i denne og reflekteres fra grænser mellem forskelligartede jordlag. De reflekterede lydølger opfanges af en hydrofon (undervandsmikrofon), og efter forstærkning og visse korrektioner af signalet optages det i et seismisk diagram. Seismiske diagrammer optegnes på en papirstrimmel, der føres forbi skriveren med konstant hastighed. De viser den tid, der er forløbet fra lydølgen udsendes til den modtages. Lydølger med høj frekvens, giver en detaljeret optegnelse af laggrænser, men er ikke i stand til at trænge så dybt ned, som lydølger med lavere frekvens. Disse giver til gengæld et mere uskarpt billede af strukturerne. Ved undersøgelserne anvendes ofte en kombination af flere forskellige seismiske systemer, for eksempel systemerne 'Sparker', 'Boomer' og 'Pinger', der udsender lydølger indenfor hvert sit frekvensområde. Herved er der mulighed for dels at få refleksioner fra dybere liggende lag, dels at få en detaljeret optegnelse af de overfladenære strukturer.

Tolkningen af de seismiske diagrammer og omformningen af disse til geologiske profiler kan ikke foretages uden kendskab til områdets geologi-





ske opbygning. En seismisk undersøgelse bør derfor altid følges op med udførelse af boringer. Men de seismiske registreringer medvirker til en reduktion af antallet af boringer og prøveoptagninger, og giver således havbundsundersøgelsen en tidsmæssig og økonomisk gevinst.

Foruden de nævnte metoder kan til registrering af havbundsforholdene blandt andet anvendes 'side-scanning', hvorved havbundens ujævnheder optegnes ved hjælp af højfrekvent lyd, der sendes skråt ned mod havbunden. Metoden kan eventuelt medføre en reduktion af antallet af bundprøveoptagninger. En registrering af bundforholdene kan endvidere foretages ved foto- eller filmsoptagelser samt ved hjælp af undervands-TV-kamera.

På indeværende tidspunkt kan det ikke skitseres, hvorledes den endelige havbundsundersøgelse vil blive organiseret og udført, og hvilke af de ovennævnte metoder der tages i brug. Men undersøgelserne må tilrettelægges således, at resultaterne af delundersøgelserne kan benyttes efterhånden og indgå som delbidrag til det landsdækkende resultat, som er det endelige mål.

## DANMARKS HAVAREAL

Danmarks søterritorium og kontinentalsokkel udgør tilsammen et areal på cirka 55.000 kvadratkilometer, altså et areal der er 25% større end landarealet.

Ved tilrettelæggelsen af havbundsundersøgelsen er det nærliggende, at farvandsområderne inden for Skagen, inklusive Limfjorden, undersøges først, og at vanddybder mindre end 30 meter prioriteres højest. Disse områder omfatter cirka 40.000 kvadratkilometer. Ud fra den nuværende viden er den sydlige del af Kattegat, Sundet og Bælterne de områder, hvor der er de bedste muligheder for at finde anvendelige råstofforekomster. Disse områder har i forvejen erhvervets interesse, idet 66% af den samlede ral-, grus- og sandproduktion foregår her. Samtidig ligger disse områder centralt i forhold til det øjeblikkelige forsyningsbehov.

Derfor kan den forestående havbundsundersøgelse med fordel påbegyndes i farvandsområdet, der strækker sig fra den nordlige del af Store Bælt, på begge sider af Samsø op til Djursland. I Nordsøen vil det i første række have interesse at få undersøgt områderne Tannis Bugt, Jammerbugt og Horns Rev, som tilsammen dækker 3.000 kvadratkilometer. De nævnte kystnære områder i Nordsøen kan undersøges med de samme metoder og materiel som de indre danske farvande. Undersøgelser i den ydre del af Nordsøen, ialt cirka 12.000 kvadratkilometer, vil derimod kræve større skibe med deraf følgende større udgifter. Det er derfor rimeligt, at disse områder først undersøges, når mængden af ressourcer er kendt i de øvrige farvande. For at opnå et så fuldstændigt kendskab som muligt til samtlige ressourcer på og i havbunden må målet dog være, at alle danske farvandsområder undersøges.